



①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 102 14 727 A 1**

⑤① Int. Cl. 7:
H 01 M 8/02
H 01 M 8/04

②① Aktenzeichen: 102 14 727.2
②② Anmeldetag: 3. 4. 2002
④③ Offenlegungstag: 2. 1. 2003

③⑩ Unionspriorität:
2001111702 10. 04. 2001 JP
⑦① Anmelder:
Honda Giken Kogyo K.K., Tokio/Tokyo, JP
⑦④ Vertreter:
Weickmann & Weickmann, 81679 München

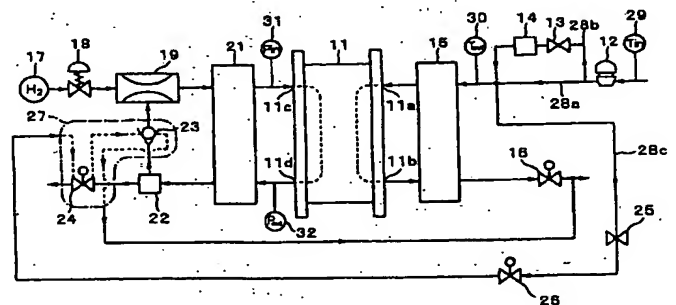
⑦② Erfinder:
Abe, Hiroyuki, Wako, Saitama, JP; Asano, Yutaka,
Wako, Saitama, JP; Kai, Mitsuru, Wako, Saitama, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt.

⑤④ Startsteuervorrichtung für ein Brennstoffzellensystem

⑤⑦ Während des Startens einer Brennstoffzelle, wenn Solenoide von Steuerventilen, wie etwa einem Rückschlagventil und einem Auslassventil, in einem gefrorenen Zustand sind, wird heiße Luft, die durch adiabatische Kompression an einem Luftzufuhrabschnitt erhalten ist, durch ein Aufwärmventil anteilig in einen Aufwärmkasten geleitet. Es wird bestimmt, ob das Auslassventil geöffnet ist, indem bestimmt wird, ob der Auslassbrenngasdruck P_{out} unter einen vorbestimmten Druck abgefallen ist, während das Rückschlagventil in einem geöffneten Zustand ist. Nach Bestätigung, dass das Auslassventil geöffnet worden ist, wird bestimmt, ob das Rückschlagventil geschlossen werden kann, indem bestimmt wird, ob der Druck nahe der Brennstoffzufuhröffnung der Brennstoffzelle über den vorbestimmten Druck, der in dem Speicher gespeichert ist, angestiegen ist. Der Aufwärmbetrieb der Brennstoffzelle kann hierdurch effizient ausgeführt werden, und die Brennstoffzelle kann zuverlässig gestartet werden.



DE 102 14 727 A 1

DE 102 14 727 A 1

Beschreibung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Startsteuer/regelvorrichtung für ein Brennstoffzellensystem und betrifft insbesondere eine Technik, um Steuerventile zu erhitzen, die in einer Reaktionsgaspassage für die Brennstoffzelle angeordnet sind.

Technischer Hintergrund

[0002] Es ist eine Brennstoffzelle bekannt, in der eine Membranelektrodenanordnung vorgesehen ist, in der eine Festpolymer-Elektrolytmembrane mit einer Anoden-Elektrode und einer Kathoden-Elektrode belegt ist und die Außenseite der Membranelektrodenanordnung mit einem Paar von Separatoren belegt ist. Wenn in diesem Brennstoffzellentyp ein Brenngas (z. B. Wasserstoffgas) einer Stromerzeugungsoberfläche der Anoden-Elektrode zugeführt wird und ein Oxidationsgas (z. B. sauerstoffhaltige Luft) einer Stromerzeugungsoberfläche der Kathoden-Elektrode zugeführt wird, findet eine chemische Reaktion statt, wobei eine externe Schaltung durch die elektrochemische Reaktion erzeugte Elektronen sammelt und ein Gleichstrom, der als elektrische Energie zu benutzen ist, von der Schaltung als Ausgangsenergie der Brennstoffzelle ausgegeben wird. Da Oxidationsgas (z. B. sauerstoffhaltige Luft) der Kathoden-Elektrode zugeführt wird, erzeugen die Reaktionen zwischen den Wasserstoffionen, Elektronen und Sauerstoff Wasser. Demzufolge haben Brennstoffzellen Aufmerksamkeit als Antriebsquellen für Fahrzeuge auf sich gezogen, weil Brennstoffzellen die Umwelt nur sehr wenig beeinflussen.

[0003] Allgemein liegt die Betriebstemperatur des oben erwähnten Brennstoffzellentyps im Bereich von 70 bis 80°C. Da der Stromerzeugungs-Wirkungsgrad bei Temperaturen unter der normalen Betriebstemperatur gering ist, entsteht ein Problem, dass das Starten der Brennstoffzelle bei niedriger Temperatur ziemlich schwierig ist. Wenn somit die Brennstoffzelle als Energiequelle eines Fahrzeugs benutzt wird, entsteht ein Problem darin, dass es eine lange Zeit für das Fahrzeug braucht, um mit der Fahrt zu beginnen, wenn die Außentemperatur niedrig ist, wenn z. B. die Außentemperatur unter dem Gefrierpunkt liegt.

[0004] In der veröffentlichten japanischen Übersetzung der PCT-Anmeldung Nr. 2000-512068 wird z. B. eine Technik zum Starten einer Brennstoffzelle vorgeschlagen, in der das Starten der Brennstoffzelle bei niedriger Temperatur durch Erhitzung der Brennstoffzelle erleichtert wird, die mit einer beschleunigten Reaktion einhergeht, indem an eine externe Last der Brennstoffzelle elektrischer Strom angelegt wird.

[0005] Das US-Patent Nr. 6,103,410 offenbart eine Technik, um das Starten einer Brennstoffzelle bei niedriger Temperatur zu erleichtern, indem Wärme in der Brennstoffzelle durch eine Verbrennungsreaktion erzeugt wird, die durch den Kathoden-Katalysator eingeleitet wird, wenn ein Teil des Brennstoffs, d. h. Wasserstoff, mit Luft vermischt und verbrannt wird.

[0006] Obwohl jedoch die vorgenannten herkömmlichen Techniken möglicherweise den gefrorenen Zustand des kondensierten Wassers in dem Brennstoffzellenstapel schmelzen können, könnte es nicht möglich sein, mit den gefrorenen Zuständen des Rückschlagventils, das in der Gaspassage des Abgases von der Brennstoffzelle vorgesehen ist, oder dem Solenoid des Auslassventils (Spülventils) zurechtzukommen. Wenn die Außentemperatur unter null liegt, ge-

friert das in dem Abgas enthaltene Wasser, und die Funktion der Steuerventile wird durch Immobilisierung durch gefrorenes Wasser ausfallen.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0007] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, die zuvor genannten Probleme zu lösen und eine Startsteuer/regelvorrichtung für Brennstoffzellen anzugeben, die in der Lage ist, einen Aufwärmbetrieb während des Startens einer Brennstoffzelle effizient durchzuführen, und in der Lage ist, die Brennstoffzelle effizient zu starten.

[0008] Zur Überwindung der oben beschriebenen Probleme sieht ein erster Aspekt der vorliegenden Erfindung eine Startsteuer/regelvorrichtung für ein Brennstoffzellensystem vor, welches aufweist eine Oxidationsgaszufuhrvorrichtung (z. B. einen Luftzufuhrabschnitt 12 in der Ausführung), um der Brennstoffzelle das durch adiabatische Kompression erhaltene Oxidationsgas (z. B. Luft in der Ausführung) zuzuführen, Steuerventile, die in der Gaspassage zum Abführen von reagiertem Gas (z. B. ein abgegebenes reagiertes Brenngas in der Ausführung), das von der Brennstoffzelle abgegeben wird, vorgesehen sind, eine Steuerventilheizvorrichtung (z. B. Schritt S09 in der Ausführung) zum Erhitzen der Steuerventile (z. B. ein Rückschlagventil 23 und ein Auslassventil 24 in der Ausführung) durch Wärmeaustausch mit dem Oxidationsgas, das von der Oxidationsgaszufuhrvorrichtung zugeführt wird.

[0009] Durch Vorsehen der Startsteuer/regelvorrichtung für die Brennstoffzelle, wie oben beschrieben, wird, wenn durch adiabatische Kompression durch einen Kompressor erhitzte Luft der Brennstoffzelle als Oxidationsgas zugeführt wird, diese erhitzte Luft direkt auf die Steuerventile, wie etwa ein Rückschlagventil oder ein Auslassventil, geblasen, die in einer Passage zum Abgeben von reagiertem Gas aus der Brennstoffzelle angeordnet sind. Auch wenn die jeweiligen Solenoide der Steuerventile und das Auslassventil durch Restwasser gefroren sind, weil die Brennstoffzelle in einer Niedertemperatur-Außenatmosphäre unter null angeordnet ist, ist es möglich, die gefrorenen Ventile zu entfrosten und die zum Starten der Brennstoffzelle benötigte Zeit zu verkürzen.

[0010] Zusätzlich macht es die obige Startsteuer/regelvorrichtung möglich, einen effizienten Heizvorgang durchzuführen, indem die durch adiabatische Kompression des Oxidationsgases erhaltene thermische Energie genutzt wird, ohne eine besondere Vorrichtung zum Erhitzen der Steuerventile vorzusehen.

[0011] Nach dem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung umfasst die Startsteuer/regelvorrichtung, in der vorgenannten Startsteuer/regelvorrichtung für ein Brennstoffzellensystem, ferner eine Oxidationsgasteilung-Zufuhrvorrichtung (z. B. die Oxidationsgaspassage 28a und die Strömungsteilungspassage 28c in der Ausführung), um das von der Oxidationsgaszufuhrvorrichtung zugeführte Oxidationsgas anteilig zuzuführen.

[0012] Durch Vorsehen der oben beschriebenen Struktur wird das erhitzte Oxidationsgas der Brennstoffzelle zusätzlich zu der Steuerventilheizvorrichtung zugeführt, und die Steuerventile und die Brennstoffzelle werden erhitzt, sodass es möglich ist, die Zeit zu verkürzen, die zum Erhitzen des gesamten Brennstoffzellensystems erforderlich ist.

[0013] Gemäß den dritten und vierten Aspekten der vorliegenden Erfindung umfasst die vorgenannte Startsteuer/regelvorrichtung für ein Brennstoffzellensystem eine Entfroster-Zustand-Bestimmungsvorrichtung (z. B. eine unten beschriebene Steuervorrichtung) zum Bestimmen, ob die Steuerventile im gefrorenen Zustand entfrosten sind, eine

Oxidationsgaszufuhrsteuervorrichtung (z. B. eine Aufwärmfluss-Abzweigvorrichtung 26 in der Ausführung) zum Zuführen oder zum Stoppen der Zufuhr des Oxidationsgases von der Oxidationsgaszufuhrvorrichtung zu der Steuerventilheizvorrichtung, worin die Oxidationsgaszufuhrsteuervorrichtung die Zufuhr des Oxidationsgases von der Oxidationsgaszufuhrvorrichtung zu der Steuerventilheizvorrichtung stoppt, wenn durch die Entfroster-Zustand-Bestimmungsvorrichtung bestimmt wird, dass die Steuerventile entfrosten sind.

[0014] Durch Vorsehen der oben beschriebenen Startsteuer/regelvorrichtung ist es möglich, einen Entfroster-Vorgang in effizienter Weise durchzuführen, indem die Zufuhr von überschüssigem Oxidationsgas zu der Steuerventilheizvorrichtung verhindert wird, da das Oxidationsgas der Steuerventilheizvorrichtung zugeführt wird, nachdem die Steuerventile entfrosten sind.

[0015] Nach dem fünften Aspekt der vorliegenden Erfindung bestimmt, in der Startsteuer/regelvorrichtung für ein Brennstoffzellensystem, die Entfroster-Zustand-Bestimmungsvorrichtung den entfrosten Zustand der Steuerventile durch eine Druckänderung des Reaktionsgases, die in Antwort auf Steuerbefehle zum Öffnen oder zum Schließen der Ventile erfasst wird.

[0016] Durch Vorsehen der Startsteuer/regelvorrichtung für die Brennstoffzelle wie oben beschrieben kann bestimmt werden, dass die Steuerventile entfrosten sind, indem bestimmt wird, ob die Steuerventile in Antwort auf die Öffnungs- und Schließbefehle geöffnet oder geschlossen werden können, auf der Basis der Erfassung des Drucks an den Zufuhr- und Auslassöffnungen dieser Ventile.

[0017] Nach dem sechsten Aspekt der vorliegenden Erfindung umfasst, in der Startsteuer/regelvorrichtung für ein Brennstoffzellensystem, die Startsteuer/regelvorrichtung ferner eine Stromerzeugungsstartvorrichtung (z. B. Schritt S08 in der Ausführung) zum Starten der Stromerzeugung der Brennstoffzelle, und die Erzeugungsstartvorrichtung startet die Stromerzeugung, wenn durch die Entfroster-Zustand-Bestimmungsvorrichtung bestimmt wird, dass das Steuerventil entfrosten ist.

[0018] Durch Vorsehen der Startsteuer/regelvorrichtung für die Brennstoffzelle wie oben beschrieben kann die Brennstoffzelle Strom erzeugen, ohne den Stromerzeugungswirkungsgrad zu senken, da die Stromerzeugung nach der Bestätigung gestartet wird, dass das Steuerventil zum Steuern des Abgases normal arbeiten kann.

[0019] Nach dem siebten Aspekt der vorliegenden Erfindung sind, in der Startsteuer/regelvorrichtung für ein Brennstoffzellensystem, eine Mehrzahl von Steuerventilen integral in einem gemeinsamen Kasten (z. B. einem Aufwärmkasten in der Ausführung) angeordnet, worin das Oxidationsgas, das von der Oxidationsgaszufuhrvorrichtung zugeführt wird, verteilt werden kann.

[0020] Durch Vorsehen der Startsteuer/regelvorrichtung für die Brennstoffzelle, wie oben beschrieben, kann das erhitzte Oxidationsgas effizient zum Erhitzen dieser Steuerventile genutzt werden, wobei Diffusion des erhitzten Oxidationsgases eliminiert wird, da die mehreren Steuerventile integral in einem gemeinsamen Kasten angeordnet sind.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0021] Fig. 1 ist ein Diagramm, das die Struktur einer Startsteuer/regelvorrichtung einer Brennstoffzelle nach einer Ausführung der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0022] Fig. 2 ist eine Querschnittsansicht eines in Fig. 1 gezeigten Aufwärmkastens,

[0023] Fig. 3 ist ein Flussdiagramm, das einen Betrieb der

in Fig. 1 gezeigten Startsteuer/regelvorrichtung in einer Brennstoffzelle zeigt.

[0024] Fig. 4 ist ein Flussdiagramm, das einen Vorgang in Schritt S10 zeigt, der einen Steuerbetrieb von Ventilen beim Starten der Brennstoffzelle in einem Niedertemperaturbereich und einen Steuerprozess, um den Abschluss des Entfrosters zu bestimmen, enthält.

DETAILBESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0025] Eine Startsteuer/regelvorrichtung einer Brennstoffzelle nach einer Ausführung der vorliegenden Erfindung wird nachfolgend anhand der beigefügten Zeichnungen beschrieben.

[0026] Fig. 1 ist ein Diagramm, das eine Struktur einer Startsteuer/regelvorrichtung einer Brennstoffzelle nach einer Ausführung der vorliegenden Erfindung zeigt, und Fig. 2 ist eine Querschnittsansicht eines in Fig. 1 gezeigten Aufwärmkastens.

[0027] Die Steuer/Regelvorrichtung 10 nach einer Ausführung der vorliegenden Erfindung ist z. B. in einem Elektrofahrzeug installiert, und die Steuer/Regelvorrichtung 10 umfasst eine Brennstoffzelle 11, einen Oxidationsmittelzufuhrabschnitt 12, ein Bypass-Ventil 13, einen Wärmeaustauscher 14, einen Oxidationsmittel-Befeuchter 15, einen Gegendruckabschnitt 16, einen Kraftstoffzufuhrabschnitt 17, ein erstes Druckflusssteuerventil 18, einen Ejektor 19, einen Brennstoffbefeuchtungsabschnitt 21, einen Flüssigkeitstrennabschnitt 22, ein Rückschlagventil 23, ein Auslassventil 24, eine Düse 25 sowie ein Aufwärmflussteilungsventil 26.

[0028] Die Brennstoffzelle 11 ist durch einen Brennstoffzellenstapel aufgebaut, zusammengesetzt durch Stapeln einer Mehrzahl von Zellen, die jeweils gebildet sind, indem beide Seiten einer Festpolymerelektrolytmembran, die z. B. einer Festpolymerionenaustauschermembran entspricht, mit einer Anode und einer Kathode belegt sind, und die Brennstoffzelle 11 ist mit einer Brennstoffelektrode versehen, der ein Brenngas, wie etwa Sauerstoff, zugeführt wird, sowie einer Lufolektrode, der sauerstoffhaltige Luft als Oxidationsgas zugeführt wird.

[0029] Die Lufolektrode der Brennstoffzelle 11 ist mit einer Luftzufuhröffnung 11a versehen, um Luft von dem Oxidationsmittelzufuhrabschnitt 12 zuzuführen, sowie einer Luftauslassöffnung 11b, um Luft und dgl. in der Lufolektrode nach außen abzuführen. Im Gegensatz hierzu ist die Brennstoffelektrode mit einer Brennstoffzufuhröffnung 11c versehen, um Wasserstoff zuzuführen, sowie einer Brennstoffauslassöffnung 11d, um Wasserstoff und dgl. in der Brennstoffelektrode abzuführen.

[0030] Der Luftzufuhrabschnitt 12, der z. B. durch einen Luftkompressor aufgebaut ist, wird durch Eingangssignale in Antwort auf Lasten der Brennstoffzelle 1 und des Gaspedals (nicht gezeigt) gesteuert/geregt und liefert Druckluft zu der Lufolektrode der Brennstoffzelle 11 oder zu dem Aufwärmkasten 27, wie unten beschrieben.

[0031] Ferner ist eine Bypass-Passage 28b, die eine Oxidationsgaspassage 28a umgeht, an einer Oxidationsgaspassage 28a vorgesehen, die den Luftzufuhrabschnitt 12 mit dem Oxidationsmittelbefeuchter 15 verbindet.

[0032] Die vorgenannte Bypass-Passage 28b ist mit einem Wärmeaustauscher 14 versehen, der Hochtemperatur-Gas, das an dem Luftzufuhrabschnitt 12 adiabatisch komprimiert ist, durch ein Bypass-Ventil 13 zugeführt wird, und der Wärmeaustauscher 14 führt die Hochtemperatur-Luft, nach Abkühlung auf eine vorbestimmte Temperatur, der Luftzufuhröffnung 11a der Brennstoffzelle 11 zu.

[0033] Eine Strömungsteilungspassage 28c, um die Hoch-

temperatur-Luft, nachdem sie an dem Luftzufuhrabschnitt 12 adiabatisch komprimiert worden ist, dem Aufwärmkasten 27 zuzuführen, ist an der Oxidationsgaspassage 28a vorgesehen. Diese Strömungsteilungspassage 28c ist z. B. mit einer Düse 25 vom festen Typ und einem Aufwärmteilerventil 26 versehen, und eine Öffnungs- und Schließbewegung des Aufwärmteilerventils 26 steuert die Zufuhr und den Stopp der Zufuhr von Hochtemperaturluft zu dem Aufwärmkasten 27.

[0034] Anzumerken ist, dass der Oxidationsmittelbefeuchter 15 das Abgabe-Oxidationsgas, das von der Luftauslassöffnung 11b der Brennstoffzelle 11 abgegeben wird, als Befeuchtungsgas für das Oxidationsgas (d. h. Luft) benutzt, das von dem Luftzufuhrabschnitt 12 dem Luftzufuhrabschnitt 11a der Brennstoffzelle 11 zugeführt wird. D. h. wenn z. B. das Oxidationsgas mit dem abgegebenen Oxidationsgas durch die wasserpermeable Membran, wie etwa eine Hohlfasermembrane, in Kontakt gebracht wird, wird der Wassergehalt (insbesondere Dampf), der in dem abgegebenen Oxidationsgas enthalten ist, dem Oxidationsgas als Dampf durch die Poren der Hohlfasermembrane hindurch zugeführt.

[0035] Wasserstoff als das Brenngas wird der Brennstoffelektrode der Brennstoffzelle 11 durch einen Kraftstoffzufuhrabschnitt 17, das erste Druckströmungssteuerventil 18, den Ejektor 19 und ein zweites Druckströmungssteuerventil 20 zugeführt.

[0036] Zusätzlich wird das Brenngas, das von der Brennstoffauslassöffnung 11d der Brennstoffzelle als nicht-reagiertes Brenngas abgegeben wird, aufeinanderfolgend in den Flüssigkeitstrennabschnitt 22, das Rückschlagventil 23 und den Ejektor 19 eingeführt, und das von dem ersten Druckströmungssteuerventil 18 zugeführte Brenngas und der von der Brennstoffzelle 11 abgegebene Brennstoff wird vermischt, und das Gemisch wird der Brennstoffzelle 11 erneut zugeführt.

[0037] Anzumerken ist, dass ein Einlassdrucksensor 31, um einen Druck des der Brennstoffzelle 11 zuzuführenden Brenngases zu erfassen, in der Nähe der Brenngaszufuhröffnung 11a vorgesehen, und ein Auslassdrucksensor 32, um den Druck des von der Brennstoffzelle abgegebenen Brenngases zu erfassen, in der Nähe der Brennstoffauslassöffnung 11d vorgesehen ist.

[0038] Der Ejektor 19 nimmt das von der Brennstoffzelle 11 abgegebene Brenngas als Nebenströmung durch einen Unterdruck auf, der durch das in den Ejektor 19 fließende Hochgeschwindigkeitsbrenngas erzeugt wird, und hierdurch wird das von der Brennstoffzelle 11 abgegebene Brenngas verteilt, indem das abgegebene Brenngas der Brennstoffzelle 11 zugeführt wird, nachdem es mit dem durch das erste Druckströmungssteuerventil zugeführte Brenngas vermischt worden ist, und bildet einen Kreislauf.

[0039] Der Brenngasbefeuchter 21 nutzt das von der Brennstoffauslassöffnung 11d der Brennstoffzelle 11 abgegebene Gas als das Befeuchtungsgas für das Brenngas (d. h. Wasserstoff), das der Brennstoffzufuhröffnung 11c der Brennstoffzelle 11 von dem Zufuhrabschnitt 17 zugeführt wird. D. h. wenn das Brenngas mit dem abgegebenen Brenngas durch eine wasserdurchlässige Membrane, wie etwa die Hohlfasermembrane, in Kontakt kommt, wird der Wassergehalt (insbesondere Wasserdampf) in dem abgegebenen Brenngas dem Brenngas zugeführt, nachdem es die Hohlfasermembrane durchdrungen hat.

[0040] Der Flüssigkeitstrennabschnitt 22 führt eine Flüssigkeitstrennung für das abgegebene Trenngas durch, nachdem es von der Brennstoffauslassöffnung 11d der Brennstoffzelle 11 abgegeben worden ist und anschließend durch den Brenngasbefeuchter 21 getreten ist, und nachdem der

flüssige Wassergehalt entfernt ist, wird das abgegebene Brenngas gespeichert.

[0041] Hier sind, wie in Fig. 2 gezeigt, die Steuerventile, die in der Auslassgaspassage vorgesehen sind, wie etwa das Rückschlagventil 23 und das Auslassventil 24, in dem Aufwärmkasten 27 enthalten, und das Einführen von heißer Luft in den Aufwärmkasten 27 durch das Aufwärmteilerventil 26 macht es möglich, heiße Luft direkt zum Entfrosten jeweiliger gefrorener Solenoide 23a und 24a des Rückschlagventils 23 und des Auslassventils 24 einzublasen.

[0042] Die Steuer/Regelvorrichtung 10 zum Starten der Brennstoffzelle nach der vorliegenden Erfindung ist wie oben beschrieben aufgebaut.

[0043] Nachfolgend wird der Betrieb der oben beschriebenen Steuer/Regelvorrichtung 10 zum Starten der Brennstoffzelle anhand der beigelegten Zeichnungen beschrieben.

[0044] Fig. 3 ist ein Flussdiagramm, das einen Betrieb der in Fig. 1 gezeigten Startsteuer/regelvorrichtung einer Brennstoffzelle zeigt. Fig. 4 ist ein Flussdiagramm, das einen Vorgang in Schritt S10 zeigt, der einen Ventil-Steuerbetrieb während des Startens der Brennstoffzelle im Nieder-temperaturbereich sowie einen Steuerprozess zum Bestimmen, dass das Entfrosten beendet ist, enthält. Zusätzlich werden Ausgangssignale von jeweiligen Sensoren in die Steuer/Regelvorrichtung (nicht gezeigt) eingegeben, und die Steuer/Regelvorrichtung steuert/regelt den Betrieb der jeweiligen Steuerventile.

[0045] Im in Fig. 3 gezeigten Schritt S01 startet der Luftzufuhrabschnitt 12 die Luftzufuhr. In Schritt S02 startet der Brenngaszufuhrabschnitt 17 die Brenngaszufuhr.

[0046] Anschließend beginnt in Schritt S03 der Steuerbetrieb der Ventile zur Startzeit.

[0047] Anschließend wird in Schritt S04 bestimmt, ob die Außentemperatur T_{in} , die z. B. von einem Einlasslufttemperatursensor 29 erfasst ist, unter einer niedrigen Außentemperatur liegt, die unter einer vorbestimmten Temperatur T liegt.

[0048] Wenn die Bestimmung in Schritt S04 "JA" ist, wird bestimmt, dass die Steuerventile (wie etwa das Rückschlagventil 23 oder das Auslassventil 24) gefroren sind, und der Fluss geht zu Schritt S09 weiter. Wenn die Bestimmung in Schritt S04 "NEIN" ist, wird bestimmt, dass sich die Steuerventile normal bewegen können, und der Schritt geht zu S05 weiter.

[0049] In Schritt S05 beginnen die normalen Startvorgänge, wie etwa durch Ausgabe von Befehlen zum Schließen des Rückschlagventils 23 und zum Öffnen des Auslassventils 24.

[0050] In Schritt S06 wird das Aufwärmteilerventil 26 geschlossen und in Schritt S07 wird bestimmt, ob die Brennstoffzelle 11 bereit ist, um mit der Stromerzeugung zu beginnen. Hier wird bestimmt, dass die Brennstoffzelle bereit ist, um mit der Stromerzeugung zu beginnen, wenn eine Öffnungsspannung (OCV) der Brennstoffzelle 11 eine vorbestimmte Spannung erreicht.

[0051] Wenn die Bestimmung in S07 "NEIN" ist, kehrt der Fluss zu Schritt S07 zurück. Wenn hingegen die Bestimmung "JA" ist, geht der Fluss zu Schritt S08 weiter.

[0052] In Schritt S08 wird der Fluss zum Starten der Brennstoffzelle abgeschlossen, indem die Stromerzeugung gestartet wird und indem der von der Brennstoffzelle erzeugte elektrische Strom externen Lasten zugeführt wird.

[0053] Im Gegensatz hierzu wird in Schritt S09 das Teilerventil 26 zum Aufwärmen geöffnet, und durch Zufuhr von adiabatisch komprimiertem Oxidationsgas in dem Aufwärmkasten 27 werden die Steuerventile (wie etwa das Rückschlagventil 23 und das Auslassventil 24) durch den Wärmeaustauschprozess der Steuerventile mit dem Oxidati-

ongas erhitzt.

[0054] In Schritt S10 wird bestimmt, ob ein Ventilsteuerbetrieb beim Start im Niedertemperaturbereich, der unten beschrieben wird, und ein Entfrostongsbetrieb, abgeschlossen sind.

[0055] Anschließend wird in Schritt S11 bestimmt, ob der Entfrostongsbetrieb abgeschlossen ist.

[0056] Wenn die Bestimmung in Schritt S11 "NEIN" ist, kehrt der Fluss zu Schritt S10 zurück, und wenn die Bestimmung "JA" ist, geht der Fluss zu Schritt S06 weiter.

[0057] Nachfolgend wird der Ventilsteuerbetrieb, wenn das Fahrzeug bei niedriger Temperatur gestartet wird, und der Entfrostongsbetrieb in Schritt S10 erläutert.

[0058] Im in Fig. 4 gezeigten Schritt S21 wird bestimmt, ob ein Entfrostongsbetrieb von z. B. des gefrorenen Auslassventils (Spülventils 24) abgeschlossen worden ist.

[0059] Wenn die Bestimmung "NEIN" ist, geht der Fluss zu Schritt S27 weiter, wie nachfolgend beschrieben, und wenn die Bestimmung "JA" ist, geht der Fluss zu Schritt S22 weiter. (Die erste Bestimmung nach dem Start der Brennstoffzelle ist "NEIN", und der Fluss geht zu Schritt S27 weiter).

[0060] In Schritt S22 wird ein Befehl zum Schließen des Rückschlagventils 23 ausgegeben, und im nachfolgenden Schritt S23 wird ein Befehl zum Öffnen des Auslassventils (Spülventils) 24 ausgegeben.

[0061] In Schritt S24 wird bestimmt, ob der Brenngasdruck Pin, der von dem Einlassdrucksensor 31 erfasst wird und der Brennstoffzelle 11 zuzuführen ist, einen vorbestimmten Speicherwert #Pm überschreitet.

[0062] Wenn die Bestimmung "JA" ist, geht der Fluss zu Schritt S25 weiter, worin bestimmt wird, dass eine Serie von Entfrostongsvorgängen abgeschlossen worden ist (d. h. es wird bestimmt, dass beide Steuerventile, d. h. das Rückschlagventil 23 und das Auslassventil 24, entfrosten sind) und der Entfrostongsbetrieb in Schritt S11 abgeschlossen ist und der Fluss abgeschlossen ist.

[0063] Im Gegensatz hierzu wird in Schritt S27 ein Befehl zum Entfrosten des Rückschlagventils 23 ausgegeben, und im nachfolgenden Schritt S28 wird ein Befehl zum Öffnen des Auslassventils (Spülventils) 24 ausgegeben.

[0064] In Schritt S29 wird bestimmt, ob der Auslassgasdruck Pout, der vom Auslassdrucksensor 23 erfasst wird und das von der Brennstoffzelle 11 abgegeben wird, unter einem vorbestimmten Druck #P liegt.

[0065] Wenn die Bestimmung "JA" ist, geht der Fluss zu Schritt S30 weiter, worin bestimmt wird, dass das Auslassventil (Spülventil) 24 entfrosten worden ist.

[0066] Anschließend wird in Schritt S31 ein Brenngasdruck Pin, der von dem Einlassdrucksensor 31 erfasst ist und der der Brennstoffzelle 11 zuzuführen ist, in dem Speicher als Speicherwert #Pm gespeichert, und der Routinenprozessfluss ist abgeschlossen.

[0067] Wenn hingegen die Bestimmung in Schritt S29 "NEIN" ist, geht der Fluss zu Schritt S32 weiter, worin bestimmt wird, dass der Entfrostongsbetrieb eines Auslassventils (Spülventils) nicht abgeschlossen ist, und der Routinenprozessfluss abgeschlossen ist.

[0068] D. h. wenn die Brennstoffzelle 11 bei niedriger Temperatur gestartet wird, worin jeweilige Solenoide des Rückschlagventils 23 und des Auslassventils 24 gefroren sind, wird Hochtemperaturluft, die an dem Luftzufuhrabschnitt 12 adiabatisch komprimiert ist, abgeteilt und dem Aufwärmkasten 27 zugeführt, der das Rückschlagventil 23 und das Auslassventil 24 enthält.

[0069] Wenn sich hier das Rückschlagventil im gefrorenen Zustand befindet, wird eine Nicht-Zurück-Funktion, d. h. eine Funktion zur Begrenzung des Brennstoffstroms,

der von dem Ejektor zu dem Flüssigkeitstrennabschnitt fließt, beeinträchtigt, und das Rückschlagventil 23 bleibt in der geschlossenen Position.

[0070] Wenn sich das Auslassventil 24 im gefrorenen Zustand befindet, geht z. B. die Auslassfunktion verloren, und die Brennstoffzelle ist in einem Sperrzustand, weil das Auslassventil 24 geschlossen ist.

[0071] Demzufolge wird bestimmt, ob das Auslassventil 24 entfrosten ist, durch Prüfung, ob das Auslassventil 24 geöffnet werden kann, während das Rückschlagventil 23 im offenen Zustand gehalten wird. Wenn das Rückschlagventil 24 geöffnet wird, sinkt der Auslassbrenngasdruck Pout in der Nähe der Auslassöffnung der Brennstoffzelle 11 zum Auslass des Auslassventils 24 hin.

[0072] Wenn der Entfrostongsbetrieb des Auslassventils 24 abgeschlossen ist, wird bestimmt, ob das Rückschlagventil 23 entfrosten ist, durch Prüfung, ob das Rückschlagventil normal geöffnet werden kann. Wenn das Rückschlagventil 23 geöffnet ist, steigt der Brenngasdruck Pin in der Nähe der Brennstoffzufuhröffnung 11c der Brennstoffzelle 11.

[0073] Da, wie oben beschrieben, die Startsteuer/regelvorrichtung 10 der Brennstoffzelle nach der vorliegenden Ausführung heiße Luft nutzt, die durch Abteilen adiabatisch komprimierter Luft erhalten ist, die von dem Luftzufuhrabschnitt 12 erhalten ist, der einem Kompressor entspricht, um die jeweiligen Solenoide des Rückschlagventils 23 und des Auslassventils 24 zu entfrosten, das aufgrund von Restwasser leicht im gefrorenen Zustand ist, ist es möglich, den Entfrostongsbetrieb dieser Ventile effizient durchzuführen, indem die thermische Energie aufgrund der Kompressionserhitzung durch die Verwendung eines Kompressors effektiv genutzt wird, ohne eine besondere Vorrichtung zum Erhitzen der Steuerventile vorsehen zu müssen.

[0074] Da ferner das Rückschlagventil 23 und das Auslassventil 24 konzentrisch in dem Aufwärmkasten angeordnet sind, können diese Ventile entfrosten werden, indem lediglich heiße Luft in den Aufwärmkasten eingeführt wird, was zu einer Verbesserung der Entfrostongswirkung führt.

[0075] Da zusätzlich das Abteilen heißer Luft in den Aufwärmkasten durch einen Öffnungs- oder Schließbetrieb des Aufwärmluftströmungsteilerventils 26 gesteuert wird und da der Luftstrom in den Aufwärmkasten gestoppt werden kann, indem lediglich das Aufwärmluftflussteilerventil 26 geschlossen wird, ist es möglich, einen unnötigen Verbrauch von Luft zu verhindern, die Oxidationsgas für die Brennstoffzelle 11 enthält, und den Energieverbrauch zum Antrieb des Kompressors zu begrenzen, was dazu führt, den Entfrostongsbetrieb effizient zu erreichen.

[0076] Anzumerken ist, dass der Aufwärmbetrieb nicht auf den in dieser Ausführung beschriebenen Entfrostongsbetrieb beschränkt ist, in dem heiße Luft, die durch adiabatische Kompression in dem Luftzufuhrabschnitt 12 erhalten ist, auf Steuerventile, wie etwa das Rückschlagventil 23 und das Auslassventil 24, geblasen wird, die in der Brenngaspassage vorgesehen sind, und eine Variante davon ausgeführt werden könnte, in der die vorgenannte heiße Luft auf das Gegendruckventil 16 geblasen wird.

[0077] Darüber hinaus könnte es möglich sein, den Aufwärmbetrieb durch Vorsehen eines gemeinsamen Aufwärmkastens durchzuführen, in dem eine Mehrzahl von Steuerventilen, die sich in der Oxidationsgasauslasspassage befinden, konzentrisch angeordnet sind, und durch Zufuhr von heißer Luft in den Aufwärmkasten.

[0078] Wie oben beschrieben, gibt der erste Aspekt der vorliegenden Erfindung eine Startsteuer/regelvorrichtung für ein Brennstoffzellensystem an, das in der Lage ist, Solenoide des Rückschlagventils und des Auslassventils der Brennstoffzelle schnell zu entfrosten, und in der Lage ist,

Zeit zum Aufwärmen des gesamten Brennstoffzellensystems einzusparen, wenn diese Steuerventile durch Restwasser gefroren sind, weil die Brennstoffzelle einer niederen Temperatur unter null ausgesetzt worden ist.

[0079] Demzufolge ist es möglich, den Aufwämbetrieb durchzuführen, indem die thermische Energie, die durch adiabatische Kompression des Oxidationsgases erhalten ist, effizient genutzt wird, ohne notwendigerweise besondere Vorrichtungen zum Erhitzen von Steuerventilen vorzusehen.

[0080] Bei der Startsteuer/regelvorrichtung für die Brennstoffzelle nach dem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung kann das durch adiabatische Kompression erhitze Oxidationsgas die Steuerventile und die Brennstoffzelle erhitzen, sodass es möglich ist, die Zeit zum Aufwärmen des gesamten Brennstoffzellensystems zu reduzieren.

[0081] In der Startsteuer/regelvorrichtung einer Brennstoffzelle nach den dritten und vierten Aspekten ist es möglich, eine unnötige Zufuhr von Oxidationsgas zu verhindern und einen Entfrosterzustand effizient auszuführen.

[0082] In der Startsteuer/regelvorrichtung für die Brennstoffzelle nach dem fünften Aspekt der vorliegenden Erfindung ist es möglich zu bestimmen, ob die Steuerventile entfrosten sind, indem der Gasdruck des Reaktionsgases in Antwort auf Befehle zum Öffnen oder Schließen der Steuerventile erfasst wird.

[0083] In der Steuer/Regelvorrichtung zum Starten der Brennstoffzelle nach dem sechsten Aspekt der vorliegenden Erfindung ist die Brennstoffzelle in der Lage, eine normale Stromerzeugung auszuführen, ohne einer Minderung der Stromerzeugungseffizienz zu unterliegen, weil die Stromerzeugung der Brennstoffzelle beginnt, nachdem der glatte Betrieb ihrer Steuerventile bestätigt worden ist.

[0084] In der Steuer/Regelvorrichtung zum Starten der Brennstoffzelle nach dem siebten Aspekt der vorliegenden Erfindung ist es möglich, eine nutzlose Diffusion des Oxidationsgases zu verhindern, die nicht zum Erhitzungsbetrieb der Steuerventile beitragen würde, und hierdurch die Heizeffizienz zu verbessern.

[0085] Während des Startens einer Brennstoffzelle, wenn Solenoide von Steuerventilen, wie etwa einem Rückschlagventil und einem Auslassventil, in einem gefrorenen Zustand sind, wird heiße Luft, die durch adiabatische Kompression an einem Luftzufuhrabschnitt erhalten ist, durch ein Aufwärmventil anteilig in einen Aufwärmkasten geleitet. Es wird bestimmt, ob das Auslassventil geöffnet ist, indem bestimmt wird, ob der Auslassbrenngasdruck Pout unter einen vorbestimmten Druck abgefallen ist, während das Rückschlagventil in einem geöffneten Zustand ist. Nach Bestätigung, dass das Auslassventil geöffnet worden ist, wird bestimmt, ob das Rückschlagventil geschlossen werden kann, indem bestimmt wird, ob der Druck nahe der Brennstoffzufuhröffnung der Brennstoffzelle über den vorbestimmten Druck, der in dem Speicher gespeichert ist, angestiegen ist. Der Aufwämbetrieb der Brennstoffzelle kann hierdurch effizient ausgeführt werden, und die Brennstoffzelle kann zuverlässig gestartet werden.

Patentansprüche

1. Zellenstartsteuer/regelvorrichtung für ein Brennstoffzellensystem, umfassend:
 - eine Oxidationsgaszufuhrvorrichtung (12), um einer Brennstoffzelle das erhitze, durch adiabatische Kompression erhaltene Oxidationsgas zuzuführen;
 - Steuerventile (23, 24), die in einer Gaspassage zum Abführen von Reaktionsgas, das von der Brennstoffzelle (11) abgegeben wird, vorgesehen sind; und
 - eine Steuerventilheizvorrichtung (S09) zum Heizen der

Steuerventile (23, 24) durch Wärmeaustausch mit dem Oxidationsgas, das von der Oxidationsgaszufuhrvorrichtung der Brennstoffzelle (11) und einer Heizvorrichtung zugeführt wird.

2. Startsteuer/regelvorrichtung für ein Brennstoffzellensystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Startsteuer/regelvorrichtung ferner eine Oxidationsgasflusssteilungsvorrichtung (28a, 28c) aufweist, um das Oxidationsgas von der Oxidationsgaszufuhrvorrichtung (12) einer Brennstoffzelle (11) und einer Heizvorrichtung anteilig zuzuführen.

3. Startsteuer/regelvorrichtung für ein Brennstoffzellensystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Startsteuer/regelvorrichtung für eine Brennstoffzelle ferner umfasst:

eine Entfroster-Zustand-Bestimmungsvorrichtung zum Bestimmen, ob die Steuerventile im gefrorenen Zustand entfrosten worden sind;

eine Oxidationsgaszufuhrsteuervorrichtung (26) zum Zuführen oder zum Stoppen der Zufuhr des Oxidationsgases von der Oxidationsgaszufuhrvorrichtung (12) zu der Steuerventilheizvorrichtung;

worin die Oxidationsgaszufuhrsteuervorrichtung (26) die Zufuhr des Oxidationsgases von der Oxidationsgaszufuhrvorrichtung (12) zu der Steuerventilheizvorrichtung stoppt, wenn durch die Entfroster-Zustand-Bestimmungsvorrichtung bestimmt wird, dass die Steuerventile (23, 24) entfrosten sind.

4. Startsteuer/regelvorrichtung für ein Brennstoffzellensystem nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Startsteuer/regelvorrichtung für eine Brennstoffzelle ferner umfasst:

eine Entfroster-Zustand-Bestimmungsvorrichtung zum Bestimmen, ob die Steuerventile im gefrorenen Zustand entfrosten worden sind;

eine Oxidationsgaszufuhrsteuervorrichtung (26) zum Zuführen oder zum Stoppen der Zufuhr des Oxidationsgases von der Oxidationsgaszufuhrvorrichtung (12) zu der Steuerventilheizvorrichtung;

worin die Oxidationsgaszufuhrsteuervorrichtung (26) die Zufuhr des Oxidationsgases von der Oxidationsgaszufuhrvorrichtung (12) zu der Steuerventilheizvorrichtung stoppt, wenn durch die Entfroster-Zustand-Bestimmungsvorrichtung bestimmt wird, dass die Steuerventile (23, 24) entfrosten sind.

5. Startsteuer/regelvorrichtung für ein Brennstoffzellensystem nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Entfroster-Zustand-Bestimmungsvorrichtung den entfrosten Zustand der Steuerventile (23, 24) gemäß einem Druck des Reaktionsgases, der in Antwort auf Steuerbefehle zum Öffnen oder zum Schließen der Ventile (23, 24) erfasst wird, bestimmt.

6. Verfahren der Bestimmung eines entfrosten Zustands von Steuerventilen (23, 24) in einer Startsteuer/regelvorrichtung für ein Brennstoffzellensystem, wobei das Brennstoffzellensystem eine Brennstoffzelle (11) aufweist, die elektrische Energie durch eine elektrochemische Reaktion von Reaktionsgasen erzeugt, die aus einem Brenngas und einem Oxidationsgas zusammengesetzt sind, eine Gaspassage zum Zuführen des Reaktionsgases zu der Brennstoffzelle (11) und zum Abgeben des Reaktionsgases aus der Brennstoffzelle (11), wobei die Steuerventile (23, 24) in der Gaspassage vorgesehen sind, um einen Druck der Gaspassage zu steuern; und eine Entfroster-Zustand-Bestimmungsvorrichtung zum Bestimmen des entfrosten Zustands der Steuerventile (23, 24), wobei das Verfahren die Schritte aufweist:

- (a) Zuführen der Reaktionsgase zu der Brennstoffzelle (1);
 - (b) Betreiben, um die Steuerventile (23, 24) zu öffnen oder zu schließen;
 - (c) Erfassen eines Drucks innerhalb der Gaspas- 5
sagen in Antwort auf das Öffnen oder Schließen der Steuerventile (23, 24);
 - (d) Bestimmen des entfrosten Zustands der Steuerventile (23, 24) gemäß dem Druck inner- 10
halb der Gaspasagen.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Gaspassage einen Kreislauf zum Zirkulieren des Brenngases bildet, und worin der Schritt (c) umfasst, einen Druck in dem Kreislauf zu erfassen.
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerventile (23, 24) ein Rückschlagventil (23), das in dem Kreislauf vorgesehen ist, und ein Spülventil (24), das in dem Kreislauf vorgesehen ist, um das Brenngas aus dem System hinauszuspülen, um- 15
fassen. 20
9. Brennstoffzellensystem, das mit einer Startsteuer/regelvorrichtung versehen ist, umfassend:
- (a) eine Brennstoffzelle (11) zum Erzeugen von elektrischem Strom durch eine elektrochemische Reaktion eines Reaktionsgases, das ein Brenngas 25
und ein Oxidationsgas aufweist;
 - (b) eine Oxidationsgaszufuhrvorrichtung (12) zum Zuführen von Oxidationsgas, das durch adiabatische Kompression erhalten ist, zu der Brennstoffzelle (11); 30
 - (c) eine Brenngaszufuhrvorrichtung (17) zum Zuführen des Brenngases zu der Brennstoffzelle (11);
 - (d) eine Mehrzahl von Steuerventilen (23, 24), die in einer Passage von abgegebenem Reaktions- 35
gas vorgesehen sind, das aus dem Brenngas und dem Oxidationsgas zusammengesetzt ist, das aus der Brennstoffzelle (11) abgegeben wird; und
 - (e) einen Kasten (27) zur Aufnahme der Mehrzahl von Steuerventilen (23, 24), in dem das von 40
der Oxidationsgaszufuhrvorrichtung (12) zugeführte Oxidationsgas verteilt werden kann.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

45

50

55

60

65

- Leerseite -

Fig. 1

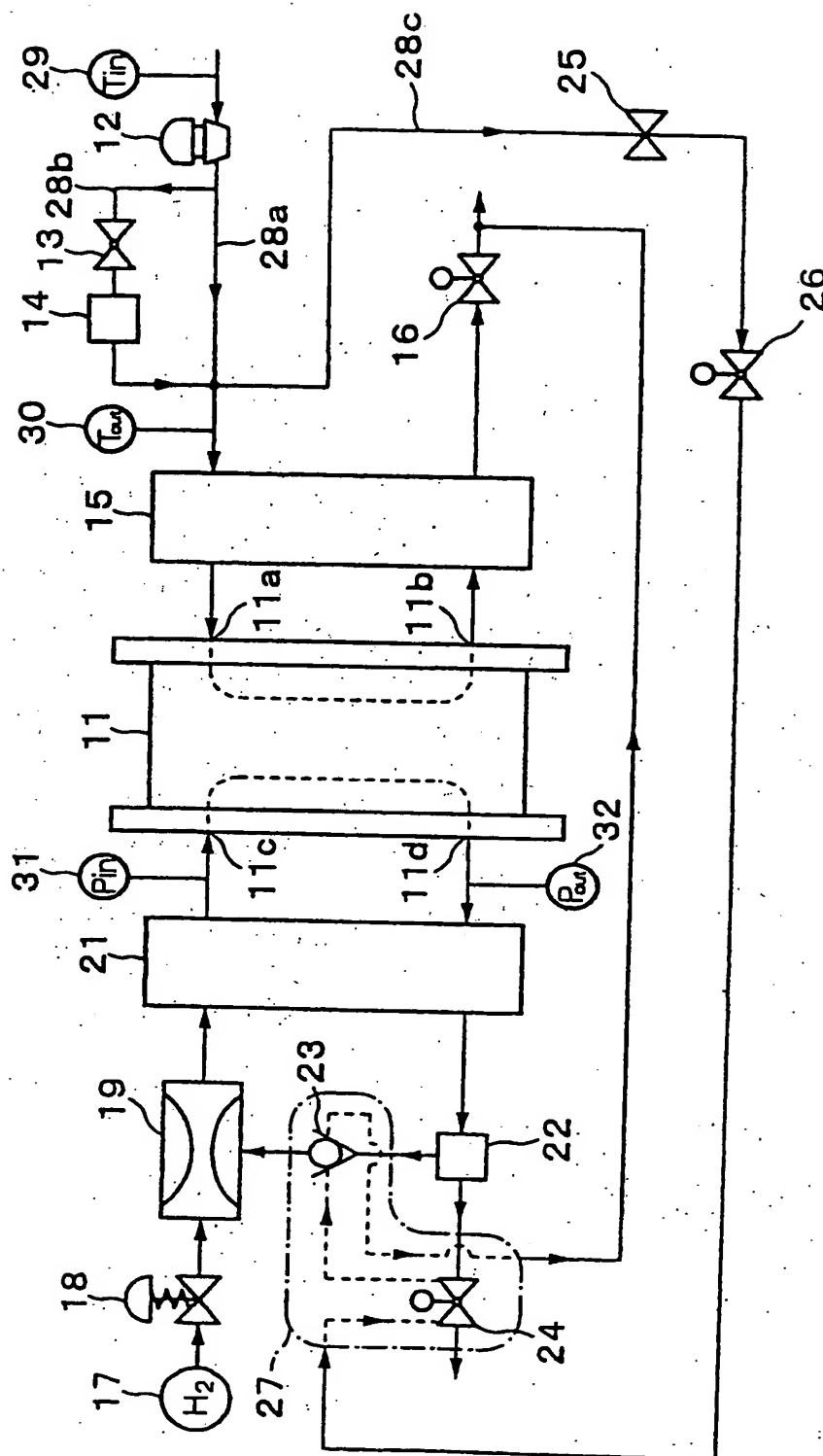
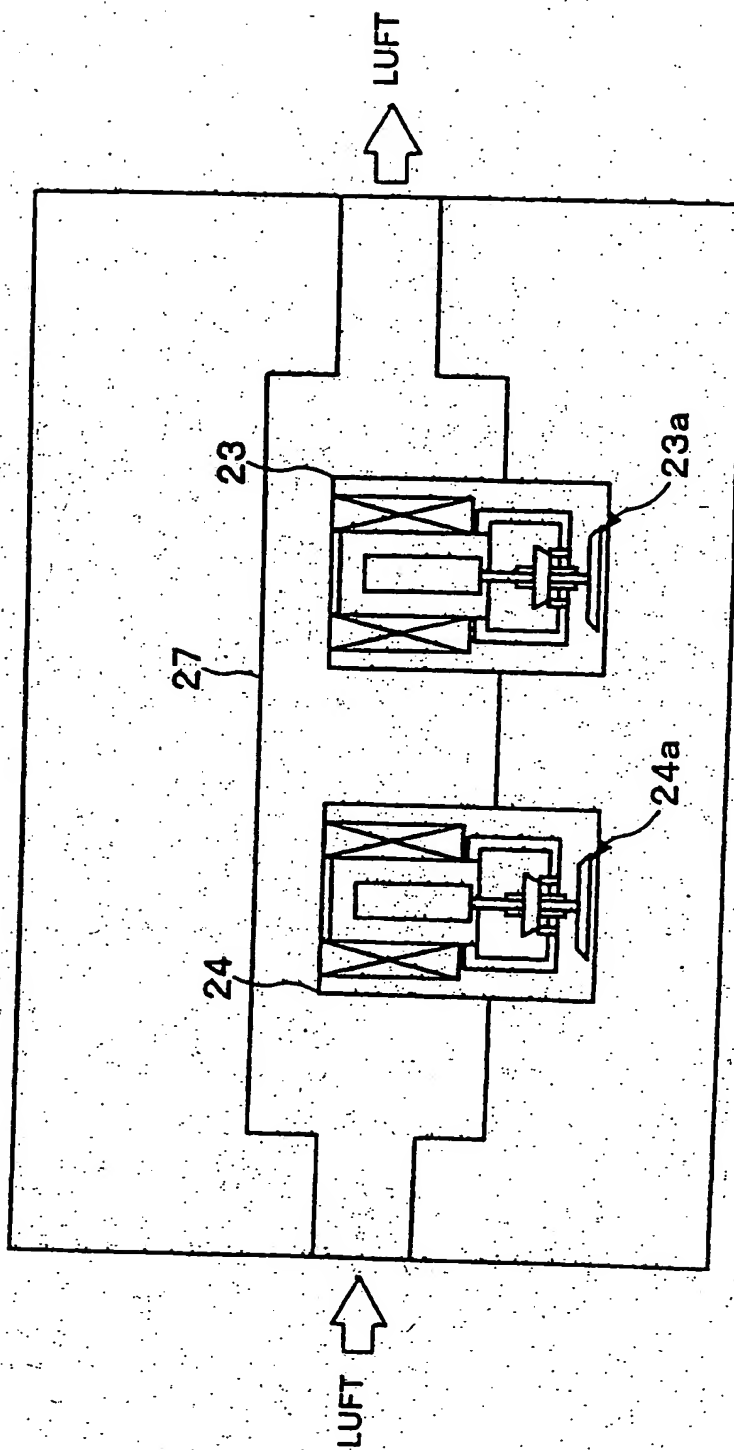


Fig. 2



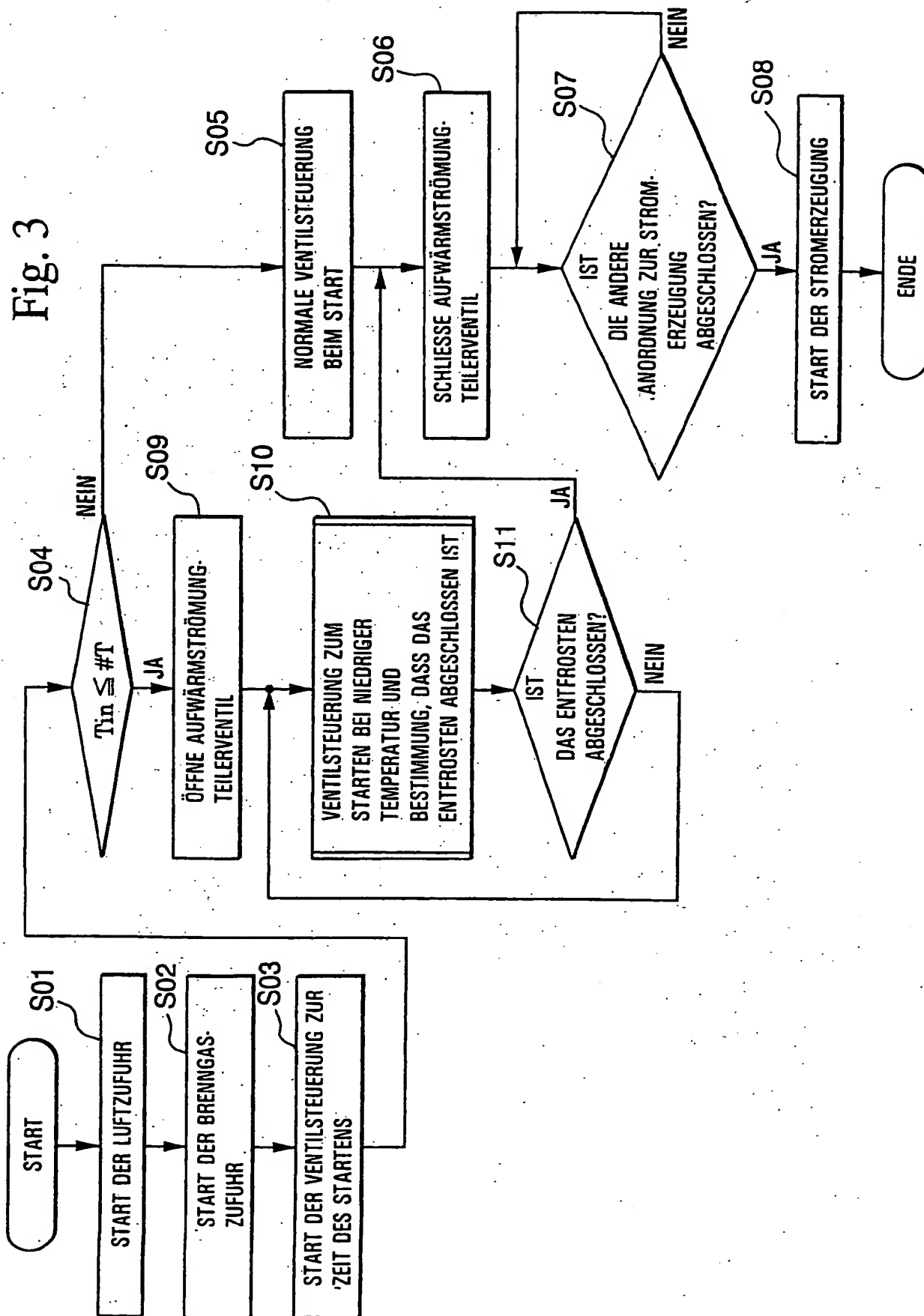


Fig. 4

